



WALLENBERGS FYSIKPRIS

KVALIFICERINGSTÄVLING

22 januari 2026

SVENSKA FYSIKERSAMFUNDET

LÖSNINGSFÖRSLAG KVALTÄVLINGEN 2026

1. a) Den totala energin från bormaskinen är $E = QU = 18 \text{ V} \cdot 5,0 \text{ Ah} = 90 \text{ Wh} = 324 \text{ kJ}$ vilket ger energin per skruv $\frac{324}{1500} \text{ kJ} = 220 \text{ J}$.

b) 10 % av energin blir värme i skruven, $\Delta E = 216 \cdot 0,1 \text{ J} = 21,6 \text{ J}$.

För en skruv med $c = 460 \frac{\text{J}}{\text{kgK}}$ blir temperaturökningen

$$\Delta T = \frac{\Delta E}{mc} = \frac{21,6}{460 \cdot 0,0024} \text{ }^\circ\text{C} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$$

Svar: a) 220 J att skruva in en skruv. b) 20 °C varmare

2. Antalet uran, N_U , ges av

$N_U = N_{U0} \cdot 0,5^{\frac{t}{T}}$, där N_{U0} är antalet Uran vid tiden 0 och T är halveringstiden för Uran.

Antalet bly, N_{Pb} är lika många som antalet uran som sönderfallit:

$N_{Pb} = N_{U0} - N_U$ så att

$$\frac{N_{Pb}}{N_U} = 0,5^{-\frac{t}{T}} - 1 \text{ och tiden ges alltså av } t = 0,704 \cdot \frac{\ln 70,5}{\ln 2} \text{ Ga} = 4,32 \text{ miljarder år.}$$

Med felmarginaler uppåt: $t = 0,704 \cdot \frac{\ln 71,9}{\ln 2}$ miljarder år = 4,34 miljarder år och

nedåt $t = 0,704 \cdot \frac{\ln 69,1}{\ln 2}$ miljarder år = 4,30 miljarder år.

Svar: Åldern på bergarten är $4,32 \pm 0,02$ miljarder år.

3. Den elektriska energin som kulan får i det elektriska fältet när den rör sig sträckan d är lika stor som kulans lägesenergi i det övre vändläget (där $v=0$):

$$E_{el} = mgh$$

$$\frac{QUd}{D} = mgh \text{ varmed } d = \frac{mgD}{QU} \cdot h \text{ där } \frac{mgD}{QU} = 16,366 \text{ med spänningen, } U, \text{ avståndet}$$

mellan plattorna, D , massan, m , laddningen, Q , och maximala höjden, h .

Pythagoras sats i det övre läget:

$$l^2 = (l - h)^2 + d^2$$

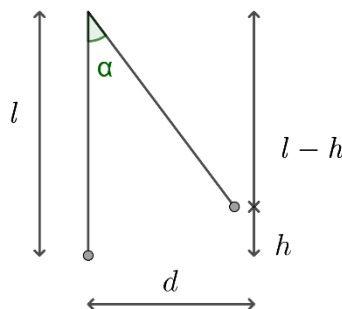
$$0 = d^2 - 2lh + h^2$$

$$0 = (16,366h)^2 - 2lh + h^2$$

$$h = \frac{2 \cdot 1,4}{16,366^2 + 1} \text{ m} = 0,01041 \text{ m}$$

$$\cos \alpha = \frac{l-h}{l} \text{ ger } \alpha = 6,99^\circ$$

Svar: Det största vinkelutslaget blir $\alpha = 7,0^\circ$.



4. a) Strålningsbalansen med emissiviteten 0,9 av en svart kropp från mantelarean $4\pi r^2$ och absorptionen 0,3 av infallande strålning mot tvärsnittsarean πr^2 blir:

$$P_{\text{jord}} = 0,3P_{\text{in}} \Rightarrow 0,9 \cdot 4\pi r^2 \sigma T_{\text{utan}}^4 = 0,3\pi r^2 \cdot 1,4 \cdot 10^3$$

Temperaturen utan atmosfär blir:

$$T_{\text{utan}} = \left(\frac{0,3 \cdot 1,4 \cdot 10^3}{4 \cdot 0,9 \cdot 5,67 \cdot 10^{-8}} \right)^{0,25} \text{ K} = 213 \text{ K} = -60^\circ \text{ C}$$

b) Atmosfären och jorden avger och absorberar

långvågig strålning. **Balans för atmosfären:** $P_{\text{atm}} = 0,5P_{\text{jord}}$

$0,5 \cdot P_{\text{atm}}$ strålar mot jorden där 90% absorberas. Den reflekterade strålningen (10%) som strålar mot atmosfären försummas. **Strålningsbalansen för jorden** blir då:

$$P_{\text{jord}} = 0,3P_{\text{in}} + 0,5 \cdot 0,9 \cdot P_{\text{jord}} = 0,3P_{\text{in}} + 0,225 \cdot P_{\text{jord}}$$

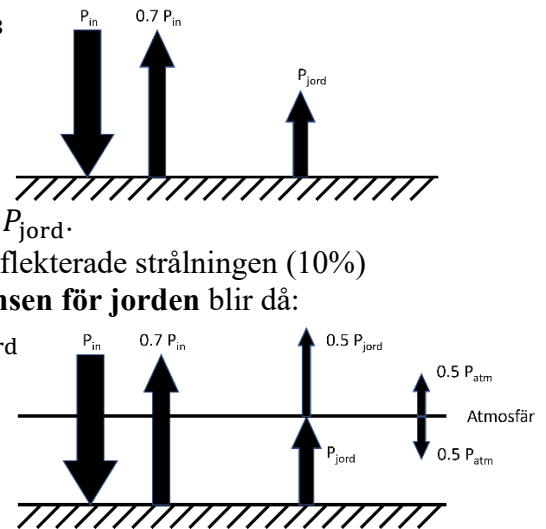
$$P_{\text{jord}} = 0,3P_{\text{in}}/0,775$$

$$0,9 \cdot 4\pi r^2 \sigma T_{\text{med}}^4 = 0,3\pi r^2 \cdot 1,4 \cdot 10^3/0,775.$$

$$T_{\text{med}} = \left(\frac{0,3 \cdot 1,4 \cdot 10^3}{4 \cdot 0,9 \cdot 5,67 \cdot 10^{-8} \cdot 0,775} \right)^{0,25} = 227 \text{ K} = -46^\circ \text{ C}$$

Svar: Snöbollsjorden har temperaturen -60° C utan

atmosfär och -46° C med en realistisk atmosfär. De flesta klimatforskare anser dock att vulkanism, växthuseffekt och annat kan leda till en tillräcklig uppvärmning för att tina en snöbollsjord.



5. a) Vid seriekopplingen är utsträckningen per fjäder: $(\Delta l)_1 = \frac{mg}{k}$.

Längden av en fjäder blir då $l = l_0 + (\Delta l)_1 = 0,8 + \frac{1,1 \cdot 9,82}{50} \text{ m} = 1,016 \text{ m}$.

b) Den totala längden vid seriekoppling är $l_1 = 2l = 2(l_0 + (\Delta l)_1) = 2,03 \text{ m}$.

Vid parallellkoppling är utsträckningen per fjäder: $(\Delta l)_2 = \frac{mg}{2k}$

Och den totala längden, vid det nya jämviktsläget:

$$l_2 = l + l_0 + (\Delta l)_2 = l_0 + (\Delta l)_1 + l_0 + (\Delta l)_2 = 2l_0 + \frac{mg}{k} + \frac{mg}{2k}$$

Jämviktsläget flyttas alltså upp:

$$l_1 - l_2 = \frac{mg}{k} - \frac{mg}{2k} = \frac{mg}{2k} = \frac{1,1 \cdot 9,82}{2 \cdot 50} \text{ m} = 0,108 \text{ m}, \text{ vilket blir svängningens amplitud.}$$

Fjäderkonstanten för parallellkopplingen är $2k$ så periodtiden blir

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{2k}} = 2\pi \sqrt{\frac{1,1}{2 \cdot 50}} \text{ s} = 0,66 \text{ s}$$

Svar: a) Längden för en fjäder är 1,0 m innan det korta snöret klipps av.

b) Amplituden för svängningen blir 0,11 m och periodtiden 0,66 s.

6. Energibalans från det övre läget till utkastläget: $\frac{mv_x^2}{2} = mg(h - s_y)\eta$ där η är sökt ger

$$v_x^2 = 2g(h - s_y)\eta.$$

För kaströrelsen gäller

$$s_y = \frac{gt^2}{2} \text{ och } s_x = v_x t \text{ så att}$$

$$s_x^2 = v_x^2 t^2 = 2g(h - s_y)\eta \cdot \frac{2s_y}{g} = 4\eta(h - s_y)s_y \text{ vilket ger } h = s_y + \frac{1}{4\eta s_y} s_x^2$$

Från anpassningen får vi alltså $s_y = 0,29 \text{ m}$ och $\eta = \frac{1}{4 \cdot 0,0209 \cdot 28,7} = 0,42$

Svar: 42% av lägesenergin omvandlas till translationsenergi innan utkastet.

Om det varit en kula som rullat utan friktion hade 71% av lägesenergin omvandlats till translationsenergi och 29% omvandlats till rotationsenergi.